



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-267009

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl. G02B 15/20  
G02B 13/18

(21)Application number : 11-373945 (71)Applicant : MINOLTA CO LTD  
(22)Date of filing : 28.12.1999 (72)Inventor : KONO TETSUO  
YAGYU GENTA

(30)Priority  
Priority number : 11005056 Priority date : 12.01.1999 Priority country : JP

## (54) ZOOM LENS

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a compact and inexpensive zoom lens which is constituted so that high image quality is obtained and which is suitable specially for a digital still camera by effectively arranging a plastic lens in the zoom lens constituted of two negative and positive components.

SOLUTION: This zoom lens is constituted of three negative, positive and positive components when viewing it from an object side. Then, at least one lens out of the lenses constituting respective lens groups is the plastic lens. Besides, it is constituted so as to satisfy the conditional expressions of  $-0.8 < C_p \times (N' - N) / \phi; W < 0.8$  and  $-0.45 < M_3 / M_2 < 0.90$  (Provided that  $\phi; T / \phi; W > 1.6$ ). In the expressions,  $C_p$  is the radius of the curvature of the plastic lens,  $\phi; W$  is the power of a whole system at a wide angle end,  $N'$  and  $N$  are the respective refractive indexes of the (d) line of the object-side and the image-side media of an aspherical surface,  $M_2$  and  $M_3$  are the moving amount of the 2nd and the 3rd lens groups [the object side is regarded (-) with the wide angle end as a reference] and  $\phi; T$  is the power of the whole system at the telephoto end.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

C.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-267009  
(P2000-267009A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト <sup>*</sup> (参考)
G 0 2 B 15/20 13/18		G 0 2 B 15/20 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願平11-373945	(71) 出願人	000006079 ミノルタ株式会社 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
(22) 出願日	平成11年12月28日 (1999.12.28)	(72) 発明者	河野 哲生 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平11-5056	(72) 発明者	柳生 玄太 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
(32) 優先日	平成11年1月12日 (1999.1.12)	(74) 代理人	100085501 弁理士 佐野 静夫
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 負正2成分ズームにプラスチックレンズを効果的に配し、特にデジタルスチルカメラに適した、小型、高画質で安価なズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から見た負正正3成分ズームにおいて、各レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

$$-0.8 < C_p \times (N' - N) / \phi W < 0.8$$

$$-0.45 < M_3 / M_2 < 0.90 \quad (\text{但し、} \phi T / \phi W > 1.6)$$

但し、 $C_p$ はプラスチックレンズ曲率、 $\phi W$ は広角端での全系のパワー、 $N$ 、 $N'$ はそれぞれ非球面の物体側、像側媒質のd線の屈折率、 $M_2$ 、 $M_3$ はそれぞれ第2、第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側をとる）、 $\phi T$ は望遠端での全系のパワーである。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ；

$$-0.8 < C_p \times (N' - N) / \phi W < 0.8$$

$$-0.45 < M3 / M2 < 0.90 \quad (\text{但し、} \phi T / \phi W > 1.6)$$

但し、

$C_p$ ：プラスチックレンズ曲率

$\phi W$ ：広角端での全系のパワー

$N$ ：非球面の物体側媒質のd線の屈折率

$N'$ ：非球面の像側媒質のd線の屈折率

$M3$ ：第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を-とする）

$M2$ ：第2レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を-とする）

$\phi T$ ：望遠端での全系のパワー

である。

【請求項2】 物体側から順に、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ；

$$|\phi P / \phi 1| < 1.20$$

$$0.20 < |\phi 1 / \phi W| < 0.70$$

$$-0.45 < M3 / M2 < 0.90 \quad (\text{但し、} \phi T / \phi W > 1.6)$$

但し、

$\phi P$ ：プラスチックレンズのパワー

$\phi 1$ ：第1レンズ群のパワー

$\phi W$ ：広角端での全系のパワー

$M3$ ：第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を-とする）

$M2$ ：第2レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を-とする）

$\phi T$ ：望遠端での全系のパワー

である。

【請求項3】 物体側から順に、負のパワーを有する第

1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ；

$$|\phi P / \phi 2| < 2.5$$

$$0.25 < \phi 2 / \phi W < 0.75$$

但し、

$\phi P$ ：プラスチックレンズのパワー

$\phi 2$ ：第2レンズ群のパワー

$\phi W$ ：広角端での全系のパワー

である。

【請求項4】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第3レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ；

$$-0.30 < M3 / M2 < 0.90$$

$$|\phi P / \phi 3| < 1.70$$

$$0.1 < \phi 3 / \phi W < 0.60$$

但し、

$M3$ ：第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を-とする）

$M2$ ：第2レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を-とする）

$\phi P$ ：プラスチックレンズのパワー

$\phi 3$ ：第3レンズ群のパワー

$\phi W$ ：広角端での全系のパワー

である。

【請求項5】 前記プラスチックレンズが以下の条件式を満足する事を特徴とする請求項2乃至請求項4のいずれかに記載のズームレンズ；

$$-1.4 < \sum \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$$

但し、

$\phi P_i$ ：i番目のプラスチックレンズのパワー

$h_i$ ：近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1 = 0$ 、高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端でのi番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さである。

【請求項6】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくと

も2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群及び第2レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ；

$$-1.4 < \sum \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$$

$$0.5 < \log(\beta 2T / \beta 2W) / \log Z < 2.2$$

但し、

$\phi P_i$  :  $i$  番目のプラスチックレンズのパワー

$\phi W$  : 広角端での全系のパワー

$h_i$  : 近軸追跡における初期条件を換算傾角  $\alpha 1 = 0$ 、高さ  $h 1 = 1$  としたときの、望遠端での  $i$  番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta 2W$  : 広角端での第2レンズ群の横倍率

$\beta 2T$  : 望遠端での第2レンズ群の横倍率

$Z$  : ズーム比

$\log$  : 自然対数 (但し条件式では比を取っているの、底数は限定されない)

である。

【請求項7】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群及び第3レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ；

$$-1.4 < \sum \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$$

$$-1.2 < \log(\beta 3T / \beta 3W) / \log Z < 0.5$$

但し、

$\phi P_i$  :  $i$  番目のプラスチックレンズのパワー

$\phi W$  : 広角端での全系のパワー

$h_i$  : 近軸追跡における初期条件を換算傾角  $\alpha 1 = 0$ 、高さ  $h 1 = 1$  としたときの、望遠端での  $i$  番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta 3W$  : 広角端での第3レンズ群の横倍率

$\beta 3T$  : 望遠端での第3レンズ群の横倍率

$Z$  : ズーム比

$\log$  : 自然対数 (但し条件式では比を取っているの、底数は限定されない)

である。

【請求項8】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、

正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群及び第3レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ；

$$-1.4 < \sum \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$$

$$-0.75 < \log(\beta 3T / \beta 3W) / \log(\beta 2T / \beta 2W) < 0.65$$

但し、

$\phi P_i$  :  $i$  番目のプラスチックレンズのパワー

$\phi W$  : 広角端での全系のパワー

$h_i$  : 近軸追跡における初期条件を換算傾角  $\alpha 1 = 0$ 、高さ  $h 1 = 1$  としたときの、望遠端での  $i$  番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta 2W$  : 広角端での第2レンズ群の横倍率

$\beta 2T$  : 望遠端での第2レンズ群の横倍率

$\beta 3W$  : 広角端での第3レンズ群の横倍率

$\beta 3T$  : 望遠端での第3レンズ群の横倍率

$\log$  : 自然対数 (但し条件式では比を取っているの、底数は限定されない)

である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ズームレンズに関するものであり、更に詳しくは、特にデジタルスチルカメラに適した、小型で安価なズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータの普及に伴い、フロッピーディスク等に手軽に画像を取り込めるデジタルスチルカメラが普及しつつある。このようなデジタルスチルカメラの普及に伴い、より安価なデジタルスチルカメラが求められてきており、撮影光学系にもより一層のコストダウンが要望されている。一方、光電変換素子の画素数は年々増加の傾向にあり、撮影光学系にはより高性能なものが求められているので、コストダウンと高性能化という、相反する要求に応じていく必要がある。

【0003】このため、従来より、例えば特開平6-201993号公報、特開平1-191820号公報に記載されている如く、負のパワーを持つ第1群と、正のパワーをそれぞれ持つ第2群、第3群とより成り、プラスチックレンズを使用していると思われる光学系の構成が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記各公報に開示されているような構成では、まだまだ小型、

高性能化、コストダウンの余地が残されている。本発明は、このような問題点に鑑み、負正2成分ズームにプラスチックレンズを効果的に配する事により、特にデジタルスチルカメラに適した、小型、高画質で安価なズームレンズを提供する事を目的とする。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

#### 【0006】

$-0.8 < C_p \times (N' - N) / \phi W < 0.8$   
 $-0.45 < M3 / M2 < 0.90$  (但し、 $\phi T / \phi W > 1.6$ )

但し、

$C_p$  : プラスチックレンズ曲率

$\phi W$  : 広角端での全系のパワー

$N$  : 非球面の物体側媒質のd線の屈折率

$N'$  : 非球面の像側媒質のd線の屈折率

$M3$  : 第3レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)

$M2$  : 第2レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)

$\phi T$  : 望遠端での全系のパワーである。

【0007】また、物体側から順に、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

#### 【0008】

$|\phi P / \phi 1| < 1.20$   
 $0.20 < |\phi 1 / \phi W| < 0.70$   
 $-0.45 < M3 / M2 < 0.90$  (但し、 $\phi T / \phi W > 1.6$ )

但し、

$\phi P$  : プラスチックレンズのパワー

$\phi 1$  : 第1レンズ群のパワー

$\phi W$  : 広角端での全系のパワー

$M3$  : 第3レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)

$M2$  : 第2レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)

$\phi T$  : 望遠端での全系のパワーである。

【0009】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

#### 【0010】

$|\phi P / \phi 2| < 2.5$   
 $0.25 < \phi 2 / \phi W < 0.75$

但し、

$\phi P$  : プラスチックレンズのパワー

$\phi 2$  : 第2レンズ群のパワー

$\phi W$  : 広角端での全系のパワーである。

【0011】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第3レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

#### 【0012】

$-0.30 < M3 / M2 < 0.90$   
 $|\phi P / \phi 3| < 1.70$   
 $0.1 < \phi 3 / \phi W < 0.60$

但し、

$M3$  : 第3レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)

$M2$  : 第2レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)

$\phi P$  : プラスチックレンズのパワー

$\phi 3$  : 第3レンズ群のパワー

$\phi W$  : 広角端での全系のパワーである。

【0013】そして、前記各レンズ群のプラスチックレンズが以下の条件式を満足する構成とする。

$-1.4 < \sum \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$

但し、

$\phi P_i$  : i番目のプラスチックレンズのパワー

$h_i$  : 近軸追跡における初期条件を換算傾角  $\alpha_1 = 0$ ,

高さ $h_1=1$ としたときの、望遠端での $i$ 番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さである。

【0014】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群及び第2レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【0015】

$$-1.4 < \sum \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$$

$$0.5 < \log(\beta 2T / \beta 2W) / \log Z < 2.2$$

但し、

$\phi P_i$  :  $i$  番目のプラスチックレンズのパワー

$\phi W$  : 広角端での全系のパワー

$h_i$  : 近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1=0$ 、高さ $h_1=1$ としたときの、望遠端での $i$ 番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta 2W$  : 広角端での第2レンズ群の横倍率

$\beta 2T$  : 望遠端での第2レンズ群の横倍率

$Z$  : ズーム比

$\log$  : 自然対数 (但し条件式では比を取っている  
で、底数は限定されない)

である。

【0016】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群及び第3レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【0017】

$$-1.4 < \sum \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$$

$$-1.2 < \log(\beta 3T / \beta 3W) / \log Z < 0.5$$

但し、

$\phi P_i$  :  $i$  番目のプラスチックレンズのパワー

$\phi W$  : 広角端での全系のパワー

$h_i$  : 近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1=0$ 、高さ $h_1=1$ としたときの、望遠端での $i$ 番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta 3W$  : 広角端での第3レンズ群の横倍率

$\beta 3T$  : 望遠端での第3レンズ群の横倍率

$Z$  : ズーム比

$\log$  : 自然対数 (但し条件式では比を取っている  
で、底数は限定されない)

である。

【0018】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群及び第3レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【0019】

$$-1.4 < \sum \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$$

$$-0.75 < \log(\beta 3T / \beta 3W) / \log(\beta 2T / \beta 2W) < 0.65$$

但し、

$\phi P_i$  :  $i$  番目のプラスチックレンズのパワー

$\phi W$  : 広角端での全系のパワー

$h_i$  : 近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1=0$ 、高さ $h_1=1$ としたときの、望遠端での $i$ 番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta 2W$  : 広角端での第2レンズ群の横倍率

$\beta 2T$  : 望遠端での第2レンズ群の横倍率

$\beta 3W$  : 広角端での第3レンズ群の横倍率

$\beta 3T$  : 望遠端での第3レンズ群の横倍率

$\log$  : 自然対数 (但し条件式では比を取っている  
で、底数は限定されない)

である。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図1～図9は、それぞれ第1～第9の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示している。各図の左側が物体側、右側が像側である。尚、各図中の矢印は、ズーム時の各レンズ群の広角端から望遠端への移動の様子を模式的に表したものである。破線で表す矢印は、移動しない事を示している。また、各図はそのズーム時の広角端の状態を示している。そして、各図に示すように、各実施形態は負正正3成分ズームであり、物体側から順に、第1レンズ群 $G_{r1}$ 、第2レンズ群 $G_{r2}$ 、第3レンズ群 $G_{r3}$ から構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動するタイプである。

【0021】 $G_{r1}$ は全体として負のパワーを有する。また、 $G_{r2}$ 及び $G_{r3}$ は全体として正のパワーを有する。物体側から順に、1枚目～8枚目のレンズをそれぞれ

れG1～G8とする。各実施形態の各レンズ群は、それぞれこれらのレンズを適宜組み合わせた構成となっている。そして、Gr2には絞りSが含まれている。尚、像側端部の平行平板はローパスフィルターLPFである。

【0022】図1に示すように、第1の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)及び6枚目(G6)のレンズがプラスチックレンズである。また、図2に示すように、第2の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。

【0023】さらに、図3に示すように、第3の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から1枚目(G1)及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。また、図4に示すように、第4の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)及び5枚目(G5)のレンズがプラスチックレンズである。また、図5に示すように、第5の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から1枚目(G1)及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。

$$-0.8 < C_p \times (N' - N) / \phi W < 0.8 \quad (1)$$

但し、

$C_p$  : プラスチックレンズ曲率

$\phi W$  : 広角端での全系のパワー

$N$  : 非球面の物体側媒質のd線の屈折率

$N'$  : 非球面の像側媒質のd線の屈折率

である。

【0027】条件式(1)は、プラスチックレンズの面のパワーを規定する式である。面のパワーが強すぎると、温度変化に伴う面形状の変化により、諸収差が劣化する。この条件式の下限值以下になると、負のパワーが

$$-0.45 < M3 / M2 < 0.90 \quad (2)$$

但し、

$M3$  : 第3レンズ群の移動量(広角端を基準にして物体側を-とする)

$M2$  : 第2レンズ群の移動量(広角端を基準にして物体側を-とする)

である。

【0029】条件式(2)は、第2レンズ群と第3レンズ群の移動量の比を規定する式であり、変倍を効率よく行うために第2、第3レンズ群の移動量を適切にするための条件である。従って、ズーム比を確保する必要がある光学系に有効であり、

$$\phi T / \phi W > 1.6$$

を満たす事が更に望ましい。但し、

$$-0.30 < M3 / M2 < 0.90 \quad (2')$$

とする事が望ましい。

【0032】また、第1レンズ群にプラスチックレンズ  
 $|\phi P / \phi 1| < 1.20$

但し、

$\phi P$  : プラスチックレンズのパワー

【0024】また、図6に示すように、第6の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)及び5枚目(G5)のレンズがプラスチックレンズである。また、図7に示すように、第7の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、5枚目(G5)、6枚目(G6)、及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。

【0025】さらに、図8に示すように、第8の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、5枚目(G5)、6枚目(G6)、7枚目(G7)及び8枚目(G8)のレンズがプラスチックレンズである。最後に、図9に示すように、第9の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、6枚目(G6)、及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。

【0026】以下に、光学系について望ましい条件を記す。上記各実施形態の光学系は、以下の条件式(1)を満足する事が望ましい。

強くなりすぎ、逆に、上限値以上になると、正のパワーが強くなりすぎるため、第1レンズ群のプラスチックレンズの場合、主に温度変化に伴う像面湾曲の変動が大きくなる。また、第2レンズ群のプラスチックレンズの場合、主に温度変化に伴う球面収差の変動が大きくなる。そして、第3レンズ群のプラスチックレンズの場合、主に温度変化に伴う球面収差、及び周辺光束のコマ収差の変動が大きくなる。

【0028】各実施形態の光学系は、以下の条件式(2)を満足する事が望ましい。

$\phi T$  : 望遠端での全系のパワーである。

【0030】条件式(2)の下限值以下になると、第3レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差、及び周辺光束のコマ収差の変動が著しくなる。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群の移動量が増大し、広角側での周辺照度確保のため、前玉径の増大を招くとともに、第2レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差の変動が大きくなる。

【0031】また、第3レンズ群にプラスチックレンズを用いる場合、第3レンズ群の収差補正能力が低下する傾向にあるので、上記条件式(2)の範囲を縮小して、

を用いる場合、以下の条件式(3)を満足する事が望ましい。

$$(3)$$

$\phi 1$  : 第1レンズ群のパワーである。



【0033】条件式(3)は、第1レンズ群のパワーと第1レンズ群に含まれるプラスチックレンズのパワーとの比を規定する式であり、温度変化に伴う収差変動を適切に保つための条件である。この条件式の上限值以上になると、温度変化による像面湾曲、特に広角側での像面湾曲の変動が大きくなる。また、第1レンズ群で生じる

$$|\phi P / \phi 2| < 2.5$$

但し、

$\phi 2$  : 第2レンズ群のパワーである。

【0035】条件式(4)は、第2レンズ群のパワーと第2レンズ群に含まれるプラスチックレンズのパワーとの比を規定する式であり、温度変化に伴う収差変動を適切に保つための条件である。この条件式の上限值以上になると、温度変化による像面湾曲、特に広角側での像面湾曲の変動が大きくなる。また、第2レンズ群で生じる

$$|\phi P / \phi 3| < 1.70$$

但し、

$\phi 3$  : 第3レンズ群のパワーである。

【0037】条件式(5)は、第3レンズ群のパワーと第3レンズ群に含まれるプラスチックレンズのパワーとの比を規定する式であり、温度変化に伴う収差変動を適切に保つための条件である。この条件式の上限值以上になると、温度変化による球面収差、及び周辺光束のコマ収差の変動が大きくなる。また、第3レンズ群で生じる収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚

$$0 \leq |\phi P / \phi A| < 0.45$$

但し、

$\phi A$  : プラスチックレンズを含むレンズ群のパワーである。無論、この条件式の上限值以上となるプラスチックレンズに非球面を設けても差し支えない。

$$-1.10 < (|X| - |X_0|) / \{C_0(N' - N) \cdot f1\} < -0.10$$

【0041】但し、

$C_0$  : 非球面の基準球面曲率

$N'$  : 非球面の像側媒質のd線の屈折率

$N$  : 非球面の物体側媒質のd線の屈折率

$X$  : 非球面の光軸と垂直方向高さでの光軸方向の変位量(物体側方向)

$X_0$  : 非球面基準球面の光軸と垂直方向高さでの光軸方向の変位量(物体側方向)

$f1$  : 第1レンズ群の焦点距離である。

【0042】条件式(7)の下限值以下になると、広角側、特に近接時での正の歪曲収差が大きくなるとも

$$-0.35 < (|X| - |X_0|) / \{C_0(N' - N) \cdot f2\} < -0.03$$

但し、

$f2$  : 第2レンズ群の焦点距離である。

【0044】条件式(8)は、非球面が第2レンズ群の

収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとを設ける事が望ましい。

【0034】また、第2レンズ群にプラスチックレンズを用いる場合、以下の条件式(4)を満足する事が望ましい。

(4)

なると、温度変化による球面収差、特に望遠側での球面収差の変動が大きくなる。また、第2レンズ群で生じる収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとを設ける事が望ましい。

【0036】また、第3レンズ群にプラスチックレンズを用いる場合、以下の条件式(5)を満足する事が望ましい。

(5)

の負レンズとを設ける事が望ましい。

【0038】条件式(3)、(4)、(5)については、下限値を規定していないが、条件式の値が小さくなるという事は、プラスチックレンズのパワーが弱くなる事を意味し、温度変化による収差変動に対しては望ましい方向である。しかし、常温時の収差補正に対しては効果がなく、プラスチックレンズを設けている意味がなくなるので、プラスチックレンズが以下の条件式(6)を満足する場合、非球面を必ず設ける事が必要である。

【0039】

(6)

【0040】以上のように非球面を設ける場合、以下の条件式を満足する事が望ましい。まず、第1レンズ群のプラスチックレンズに非球面を設ける場合、以下の条件式(7)を満足する事が望ましい。

(7)

に、像面のオーバー側への倒れが大きくなる。逆に、上限値以上になると、非球面の効果が殆ど得られず、非球面を設ける意味が無くなり、広角側、特に近接時での負の歪曲収差、像面のアンダー側への倒れが補正不足となる。尚、第1レンズ群に非球面が複数ある場合、少なくともその1面がこの条件式を満足していれば良く、他の面は他の収差との兼ね合いでこの条件式を満足していなくても差し支えない。

【0043】次に、第2レンズ群のプラスチックレンズに非球面を設ける場合、以下の条件式(8)を満足する事が望ましい。

(8)

正のパワーを弱めるような形状である事を意味しており、主に球面収差を適切に補正するための条件である。この条件式の下限值以下になると、主に望遠側での球面収差のオーバー傾向が著しくなる。逆に、上限値以上に

なると、非球面の効果が殆ど得られず、非球面を設ける意味が無くなり、主に望遠側での球面収差が補正不足となる。尚、第2レンズ群に非球面が複数ある場合、少なくともその1面がこの条件式を満足していれば良く、他の面は他の収差との兼ね合いでこの条件式を満足してい

$$-0.70 < (|X| - |X_0|) / \{C_0 (N' - N) \cdot f_3\} < -0.01 \quad (9)$$

但し、

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離である。

【0046】条件式(9)は、非球面が第3レンズ群の正のパワーを弱めるような形状である事を意味しており、球面収差と周辺光束のコマ収差を適切に補正するための条件である。この条件式の下限值以下になると、球面収差のオーバー傾向及び周辺光束のコマ収差が著しくなる。逆に、上限値以上になると、非球面の効果が殆ど

$$0.20 < |\phi 1 / \phi W| < 0.70 \quad (10)$$

条件式(10)は、第1レンズ群のパワーを規定する式であり、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件である。この条件式の下限值以下になると、第1レンズ群のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利であるが、全長及び前玉径の増大を招く。逆に、上限値以上になると、第1レンズ群のパワーが強くなりすぎるため、収差劣化、特にオーバー側への像面の倒れが

$$0.25 < \phi 2 / \phi W < 0.75 \quad (11)$$

条件式(11)は、第2レンズ群のパワーを規定する式であり、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件である。条件式(11)の下限值以下になると、第2レンズ群のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利であるが、全長及び前玉径の増大を招く。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群のパワーが強くなりすぎるため、収差劣化、特に球面収差のアンダー傾向が著しくなり、屈折率が低く、分散値が限定されるプラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難となり、レンズ枚数の増加を招く。

$$0.1 < \phi 3 / \phi W < 0.60 \quad (12)$$

条件式(12)は、第3レンズ群のパワーを規定する式であり、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件である。条件式(12)の下限值以下になると、第3レンズ群のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利であるが、全長及び前玉径の増大を招く。逆に、上限値以上になると、第3レンズ群のパワーが強くなりすぎるため、収差劣化、特に球面収差のアンダー傾向が著しくなり、屈折率が低く、分散値が限定されるプラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難

$$-1.4 < \sum \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4 \quad (13)$$

但し、

$\phi P_i$  :  $i$  番目のプラスチックレンズのパワー

$h_i$  : 近軸追跡における初期条件を換算傾角  $\alpha 1 = 0$ 、高さ  $h 1 = 1$  としたときの、望遠端での  $i$  番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さである。

【0052】条件式(13)は、温度変化に伴うレンズバックの変化を抑制するための条件であり、各プラスチ

くても差し支えない。

【0045】また、第3レンズ群のプラスチックレンズに非球面を設ける場合、以下の条件式(9)を満足する事が望ましい。

得られず、非球面を設ける意味が無くなり、球面収差及び周辺光束のコマ収差が補正不足となる。尚、第3レンズ群に非球面が複数ある場合、少なくともその1面がこの条件式を満足していれば良く、他の面は他の収差との兼ね合いでこの条件式を満足していなくても差し支えない。

【0047】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(10)を満足する事が望ましい。

著しくなるとともに、広角側での樽型の歪曲収差が著しくなり、屈折率が低く、分散値が限定されるプラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難となり、レンズ枚数の増加を招く。

【0048】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(11)を満足する事が望ましい。

なりすぎるため、収差劣化、特に球面収差のアンダー傾向が著しくなり、屈折率が低く、分散値が限定されるプラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難となり、レンズ枚数の増加を招く。

【0049】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(12)を満足する事が望ましい。

となり、レンズ枚数の増加を招く。

【0050】また、条件式(10)、(11)、(12)の上限値以上になると、プラスチックレンズのパワーが強くなる傾向にあるので、条件式(3)と(10)、条件式(4)と(11)、条件式(5)と(12)は同時に満たす事が更に望ましい。

【0051】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(13)を満足する事が望ましい。

ックレンズの温度変化に伴うレンズバックの影響度の総和である。従って、プラスチックレンズを複数枚使用する際には、各々影響度を打ち消し合うように、正レンズと負レンズとを含む事が望ましい。この条件式の下限值以下になると、負のパワーを有するプラスチックレンズの温度変化によるバック変動が大きくなり、逆に、上限値以上になると、正のパワーを有するプラスチックレンズの温度変化によるバック変動が大きくなるため、い

れの場合も、温度変化に応じてレンズバックを補正するための機構が必要となる。

$$0.5 < \log(\beta 2T / \beta 2W) / \log Z < 2.2 \quad (14)$$

但し、

$\beta 2W$  : 広角端での第2レンズ群の横倍率

$\beta 2T$  : 望遠端での第2レンズ群の横倍率

$Z$  : ズーム比

$\log$  : 自然対数 (但し条件式では比を取っているの  
で、底数は限定されない)

である。

【0054】本発明のズームタイプでは、第2レンズ群の変倍負担が最も大きい。変倍負担が大きくなると、変倍に伴う収差劣化もそれに伴って大きくなるので、良好に収差補正を行うには、変倍負担を複数のレンズ群で分担させる事が効率的である。条件式(14)は、本発明

$$-1.2 < \log(\beta 3T / \beta 3W) / \log Z < 0.5 \quad (15)$$

但し、

$\beta 3W$  : 広角端での第3レンズ群の横倍率

$\beta 3T$  : 望遠端での第3レンズ群の横倍率

である。

【0057】条件式(15)は、第3レンズ群の変倍負担を規定する式である。この条件式がマイナスになるという事は、減倍している事を意味しており、変倍に関しては不利となるが、変倍時に移動する事により、変倍時の他のレンズによる収差劣化を補正する効果がある。こ

$$-0.75 < \log(\beta 3T / \beta 3W) / \log(\beta 2T / \beta 2W) < 0.65 \quad (16)$$

条件式(16)は、第2レンズ群と第3レンズ群の変倍負担の比を規定する式である。この条件式の下限值以下になると、第3レンズ群の減倍に伴う第2レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差の変動が大きくなる。逆に、上限値以上になると、第3レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差、及びコマ収差の変動が大きくなる。

【0059】以下、本発明に係る画面サイズ変換光学系の構成を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に示す。尚、以下に挙げる実施例1~9は、前述した第1~第9の実施形態にそれぞれ対応しており、第1~第9の実施形態を表すレンズ構成図(図1~図9)は、対応する実施例1~9のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0060】各実施例において、 $r_i$  ( $i=1,2,3,\dots$ )は、物

$$X = X_0 + \sum A_i Y^i \quad \dots\dots (a)$$

$$X_0 = CY^2 / \{1 + (1 - \varepsilon C^2 Y^2)^{1/2}\} \quad \dots\dots (b)$$

但し、

$X$  : 光軸方向の基準面からの変位量

$Y$  : 光軸と垂直な方向の高さ

$C$  : 近軸曲率

【0053】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(14)を満足する事が望ましい。

のズームタイプとしては変倍負担が最も大きい第2レンズ群の変倍負担を規定する式である。

【0055】この条件式の下限值以下になると、第2レンズ群の変倍負担が小さくなり過ぎるため、第2レンズ群の収差補正には有利であるが、光学系として他の群の収差負担に影響があり、結局他の群のレンズ枚数が増えたり光学系全体が大きくなったりする。逆に、上限値以上になると、変倍負担が大きくなり過ぎるため、主に変倍による球面収差の変動が大きくなる。

【0056】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(15)を満足する事が望ましい。

の条件式の下限值以下になると、減倍し過ぎるため、結局他のレンズ群でその分を補う必要があり、他のレンズ群のレンズ枚数の増加や光学系全体の全長増加を招く。逆に、上限値以上になると、変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍により球面収差及びコマ収差の変動が大きくなる。

【0058】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(16)を満足する事が望ましい。

体側から数えて $i$ 番目の面及びその曲率半径を示し、 $d_i$  ( $i=1,2,3,\dots$ )は、物体側から数えて $i$ 番目の軸上面間隔を示し、 $N_i$  ( $i=1,2,3,\dots$ )、 $v_i$  ( $i=1,2,3,\dots$ )は、それぞれ物体側から数えて $i$ 番目のレンズの $d$ 線に対する屈折率、アッベ数を示す。また、実施例中の全系の焦点距離 $f$ 、及び全系のFナンバーFNO、並びに第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔、及び第3レンズ群とLPFとの間隔は、左から順に、広角端(W)、中間焦点距離(M)、望遠端(T)でのそれぞれの値に対応している。尚、各実施例中、曲率半径に\*印を付した面は、非球面で構成された面である事を示し、非球面の面形状を表す式は、以下に定義する。

【0061】

$\varepsilon$  : 2次曲面パラメータ

$A_i$  :  $i$ 次の非球面係数

である。

【0062】

《実施例1》

$$f = 5.4\text{mm} \sim 7.5\text{mm} \sim 10.5\text{mm} \quad (\text{全系焦点距離})$$

FN0=2.74 ~3.11 ~ 3.60 (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数( $\nu_d$ )]

$r_1 = 13.380$   
 $d_1 = 0.650$   $N_1 = 1.75450$   $\nu_1 = 51.57$   
 $r_2 = 5.890$   
 $d_2 = 1.499$   
 $r_{3*} = 12.328$   
 $d_3 = 1.400$   $N_2 = 1.52510$   $\nu_2 = 56.38$   
 $r_4 = 5.632$   
 $d_4 = 1.632$   
 $r_5 = 7.068$   
 $d_5 = 1.753$   $N_3 = 1.84777$   $\nu_3 = 27.54$   
 $r_6 = 10.246$   
 $d_6 = 10.406 \sim 5.264 \sim 1.500$   
 $r_7 = \infty$  (絞り)  
 $d_7 = 1.500$   
 $r_8 = 5.643$   
 $d_8 = 1.901$   $N_4 = 1.79073$   $\nu_4 = 46.15$   
 $r_9 = -74.805$   
 $d_9 = 0.921$   
 $r_{10} = -12.842$   
 $d_{10} = 0.600$   $N_5 = 1.72145$   $\nu_5 = 25.50$   
 $r_{11} = 5.928$   
 $d_{11} = 0.400$   
 $r_{12*} = 11.144$   
 $d_{12} = 2.170$   $N_6 = 1.52510$   $\nu_6 = 56.38$   
 $r_{13} = -9.099$   
 $d_{13} = 1.000 \sim 3.519 \sim 7.154$   
 $r_{14} = 11.107$   
 $d_{14} = 3.164$   $N_7 = 1.51680$   $\nu_7 = 64.20$   
 $r_{15} = 56.703$   
 $d_{15} = 0.796$   
 $r_{16} = \infty$   
 $d_{16} = 3.400$   $N_8 = 1.54426$   $\nu_8 = 69.60$   
 $r_{17} = \infty$

【0063】[第3面( $r_3$ )の非球面係数] $\epsilon = 0.10000 \times 10$  $\epsilon = 0.10000 \times 10$  $A_4 = -0.13386 \times 10^{-2}$  $A_4 = 0.38905 \times 10^{-3}$  $A_6 = -0.11975 \times 10^{-4}$  $A_6 = 0.24379 \times 10^{-5}$  $A_8 = -0.53773 \times 10^{-5}$  $A_8 = 0.38282 \times 10^{-6}$ 

【0064】

[第12面( $r_{12}$ )の非球面係数]

《実施例2》

 $f = 5.4\text{mm} \sim 7.5\text{mm} \sim 10.5\text{mm}$  (全系焦点距離)

FN0=2.73 ~3.10 ~ 3.60 (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数( $\nu_d$ )]

$r_1 = 14.718$   
 $d_1 = 0.650$   $N_1 = 1.75450$   $\nu_1 = 51.57$   
 $r_2 = 6.639$   
 $d_2 = 1.307$   
 $r_{3*} = 11.594$

$d_3 = 1.400$      $N_2 = 1.52510$      $\nu_2 = 56.38$   
 $r_4 = 5.294$   
 $d_4 = 1.465$   
 $r_5 = 6.937$   
 $d_5 = 1.858$      $N_3 = 1.84759$      $\nu_3 = 26.85$   
 $r_6 = 10.034$   
 $d_6 = 10.621 \sim 5.340 \sim 1.500$   
 $r_7 = \infty$  (絞り)  
 $d_7 = 1.500$   
 $r_8 = 6.969$   
 $d_8 = 2.905$      $N_4 = 1.85000$      $\nu_4 = 40.04$   
 $r_9 = -11.743$   
 $d_9 = 0.210$   
 $r_{10} = -8.399$   
 $d_{10} = 1.855$      $N_5 = 1.72131$      $\nu_5 = 25.51$   
 $r_{11} = 5.522$   
 $d_{11} = 0.400$   
 $r_{12} = 11.032$   
 $d_{12} = 2.012$      $N_6 = 1.75450$      $\nu_6 = 51.57$   
 $r_{13} = -21.657$   
 $d_{13} = 1.000 \sim 3.398 \sim 6.919$   
 $r_{14*} = 8.536$   
 $d_{14} = 3.241$      $N_7 = 1.52510$      $\nu_7 = 56.38$   
 $r_{15} = 29.006$   
 $d_{15} = 0.676$   
 $r_{16} = \infty$   
 $d_{16} = 3.400$      $N_8 = 1.54426$      $\nu_8 = 69.60$   
 $r_{17} = \infty$

【0065】[第3面( $r_3$ )の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

$A_4 = -0.23473 \times 10^{-3}$

$A_4 = 0.35342 \times 10^{-3}$

$A_6 = 0.43912 \times 10^{-5}$

$A_6 = 0.71258 \times 10^{-6}$

$A_8 = 0.10409 \times 10^{-6}$

$A_8 = 0.33647 \times 10^{-6}$

【0066】

[第14面( $r_{14}$ )の非球面係数]

《実施例3》

$f = 5.4\text{mm} \sim 7.5\text{mm} \sim 10.5\text{mm}$  (全系焦点距離)

$FNO = 2.75 \sim 3.10 \sim 3.60$  (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率( $N_d$ )] [アッベ数( $\nu_d$ )]

$r_{1*} = 14.652$

$d_1 = 1.200$      $N_1 = 1.58340$      $\nu_1 = 30.23$

$r_2 = 8.289$

$d_2 = 1.623$

$r_3 = 26.068$

$d_3 = 0.900$      $N_2 = 1.79271$      $\nu_2 = 45.90$

$r_4 = 5.496$

$d_4 = 1.179$

$r_5 = 7.356$

$d_5 = 1.921$      $N_3 = 1.84666$      $\nu_3 = 23.82$

$r_6 = 15.373$

$d_6 = 10.224 \sim 5.176 \sim 1.500$

$r_7 = \infty$  (絞り)  
 $d_7 = 1.500$   
 $r_8 = 7.124$   
 $d_8 = 3.411 \quad N_4 = 1.85000 \quad \nu_4 = 40.04$   
 $r_9 = -11.538$   
 $d_9 = 0.154$   
 $r_{10} = -8.339$   
 $d_{10} = 1.713 \quad N_5 = 1.72418 \quad \nu_5 = 25.37$   
 $r_{11} = 5.686$   
 $d_{11} = 0.401$   
 $r_{12} = 10.731$   
 $d_{12} = 2.078 \quad N_6 = 1.75450 \quad \nu_6 = 51.57$   
 $r_{13} = -18.326$   
 $d_{13} = 1.000 \sim 3.307 \sim 6.708$   
 $r_{14*} = 8.148$   
 $d_{14} = 3.002 \quad N_7 = 1.52510 \quad \nu_7 = 56.38$   
 $r_{15} = 16.995$   
 $d_{15} = 0.795$   
 $r_{16} = \infty$   
 $d_{16} = 3.400 \quad N_8 = 1.54426 \quad \nu_8 = 69.60$   
 $r_{17} = \infty$

【0067】[第1面( $r_1$ )の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$

$A_4 = -0.27776 \times 10^{-3}$

$A_4 = 0.15951 \times 10^{-3}$

$A_6 = 0.23365 \times 10^{-5}$

$A_6 = 0.14779 \times 10^{-6}$

$A_8 = 0.19731 \times 10^{-6}$

$A_8 = 0.56026 \times 10^{-7}$

【0068】

[第14面( $r_{14}$ )の非球面係数]

《実施例4》

$f = 5.4\text{mm} \sim 7.5\text{mm} \sim 10.5\text{mm}$  (全系焦点距離)

$FN_0 = 2.73 \sim 3.10 \sim 3.60$  (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率( $N_d$ )] [アッベ数( $\nu_d$ )]

$r_1 = 52.355$   
 $d_1 = 1.100 \quad N_1 = 1.72677 \quad \nu_1 = 52.55$   
 $r_2 = 6.927$   
 $d_2 = 3.324$   
 $r_{3*} = 23.902$   
 $d_3 = 1.940 \quad N_2 = 1.58340 \quad \nu_2 = 30.23$   
 $r_4 = -100.448$   
 $d_4 = 14.827 \sim 7.138 \sim 1.500$   
 $r_5 = \infty$  (絞り)  
 $d_5 = 1.500$   
 $r_6 = 5.036$   
 $d_6 = 3.339 \quad N_3 = 1.77742 \quad \nu_3 = 47.95$   
 $r_7 = -12.586$   
 $d_7 = 0.234$   
 $r_8 = -10.396$   
 $d_8 = 0.800 \quad N_4 = 1.79850 \quad \nu_4 = 22.60$   
 $r_9 = 16.524$   
 $d_9 = 0.740$   
 $r_{10} = -7.142$

$d10 = 1.200$     $N5 = 1.58340$     $\nu 5 = 30.23$   
 $r11 = -26.834$   
 $d11 = 1.000 \sim 2.921 \sim 5.663$   
 $r12 = 15.086$   
 $d12 = 2.096$     $N6 = 1.48749$     $\nu 6 = 70.44$   
 $r13 = -14.941$   
 $d13 = 0.500$   
 $r14 = \infty$   
 $d14 = 3.400$     $N7 = 1.54426$     $\nu 7 = 69.60$   
 $r15 = \infty$

【0069】[第3面(r3)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

$A4 = 0.39625 \times 10^{-2}$

$A4 = 0.24908 \times 10^{-3}$

$A6 = 0.16585 \times 10^{-3}$

$A6 = -0.62198 \times 10^{-7}$

$A8 = 0.13563 \times 10^{-4}$

$A8 = 0.10295 \times 10^{-6}$

【0070】

[第11面(r11)の非球面係数]

《実施例5》

$f = 5.4\text{mm} \sim 7.5\text{mm} \sim 10.5\text{mm}$  (全系焦点距離)

$FN0 = 2.75 \sim 3.11 \sim 3.60$  (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数( $\nu d$ )]

$r1 = 17.928$   
 $d1 = 1.200$     $N1 = 1.58340$     $\nu 1 = 30.23$   
 $r2 = 9.608$   
 $d2 = 1.325$   
 $r3 = 19.410$   
 $d3 = 0.900$     $N2 = 1.80280$     $\nu 2 = 44.68$   
 $r4 = 5.204$   
 $d4 = 1.288$   
 $r5 = 7.294$   
 $d5 = 1.940$     $N3 = 1.84666$     $\nu 3 = 23.82$   
 $r6 = 14.586$   
 $d6 = 10.102 \sim 5.348 \sim 1.500$   
 $r7 = \infty$  (絞り)  
 $d7 = 1.500$   
 $r8 = 6.594$   
 $d8 = 4.206$     $N4 = 1.81063$     $\nu 4 = 43.80$   
 $r9 = -10.411$   
 $d9 = 0.208$   
 $r10 = -7.270$   
 $d10 = 0.600$     $N5 = 1.70098$     $\nu 5 = 26.53$   
 $r11 = 5.447$   
 $d11 = 0.504$   
 $r12 = 10.684$   
 $d12 = 2.062$     $N6 = 1.75450$     $\nu 6 = 51.57$   
 $r13 = -20.769$   
 $d13 = 1.000 \sim 3.880 \sim 6.996$   
 $r14 = 6.351$   
 $d14 = 2.209$     $N7 = 1.52510$     $\nu 7 = 56.38$   
 $r15 = 12.184$   
 $d15 = 1.055 \sim 0.800 \sim 1.067$

r16=  $\infty$   
 d16= 3.400 N8=1.54426  $\nu$ 8= 69.60

r17=  $\infty$

【0071】[第1面(r1)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

A4=-0.37579 $\times 10^{-3}$

A4= 0.19398 $\times 10^{-3}$

A6=-0.11089 $\times 10^{-5}$

A6= 0.47895 $\times 10^{-6}$

A8= 0.87379 $\times 10^{-7}$

A8= 0.46069 $\times 10^{-7}$

【0072】

[第14面(r14)の非球面係数]

《実施例6》

f=5.4mm ~ 7.5mm~10.5mm (全系焦点距離)

FN0=2.97 ~3.27 ~ 3.60 (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数( $\nu$ d)]

r1=-112.214

d1= 1.200 N1=1.63347  $\nu$ 1= 56.87

r2= 7.682

d2= 1.473

r3\*= 17.799

d3= 2.175 N2=1.58340  $\nu$ 2= 30.23

r4= 274.206

d4=16.482 ~ 8.078 ~ 1.500

r5=  $\infty$  (絞り)

d5= 1.500

r6= 5.066

d6= 2.164 N3=1.84746  $\nu$ 4= 40.25

r7= -15.255

d7= 0.208

r8= -13.752

d8= 0.800 N4=1.79850  $\nu$ 5= 22.60

r9= 7.640

d9= 0.352

r10\*= 8.419

d10= 1.200 N5=1.58340  $\nu$ 6= 30.23

r11= 4.700

d11= 1.000 ~ 1.802 ~ 2.808

r12= 40.534

d12= 2.262 N6=1.51838  $\nu$ 7= 66.35

r13\*=-6.756

d13= 1.131 ~ 2.007 ~ 3.472

r14=  $\infty$

d14= 3.400 N7=1.54426  $\nu$ 8= 69.60

r15=  $\infty$

【0073】[第3面(r3)の非球面係数]

A6=-0.17279 $\times 10^{-3}$

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

A8=-0.80824 $\times 10^{-5}$

A4= 0.24372 $\times 10^{-3}$

[第13面(r13)の非球面係数]

A6=-0.10309 $\times 10^{-6}$

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

A8= 0.84837 $\times 10^{-7}$

A4= 0.11613 $\times 10^{-3}$

[第10面(r10)の非球面係数]

A6=-0.34635 $\times 10^{-4}$

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

A8= 0.66386 $\times 10^{-6}$

A4=-0.35107 $\times 10^{-2}$

【0074】



## 《実施例7》

f = 5.4mm ~ 8.0mm ~ 12.0mm (全系焦点距離)

FN0=2.55 ~ 2.95 ~ 3.60 (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数( $\nu$ d)]

r1= 64.355  
     d1= 0.650   N1=1.48749    $\nu$ 1= 70.44  
 r2= 9.616  
     d2= 1.136  
 r3\*= 15.072  
     d3= 1.400   N2=1.52510    $\nu$ 2= 56.38  
 r4= 6.352  
     d4= 1.939  
 r5= 8.584  
     d5= 2.060   N3=1.84877    $\nu$ 3= 32.01  
 r6= 12.547  
     d6=15.531 ~ 7.207 ~ 1.500  
 r7=  $\infty$  (絞り)  
     d7= 1.500  
 r8= 5.666  
     d8= 3.346   N4=1.75450    $\nu$ 4= 51.57  
 r9= -8.847  
     d9= 0.100  
 r10= -7.390  
     d10= 0.600   N5=1.58340    $\nu$ 5= 30.23  
 r11= 4.818  
     d11= 0.400  
 r12\*= 6.048  
     d12= 2.459   N6=1.52510    $\nu$ 6= 56.38  
 r13= 9.906  
     d13= 1.000 ~ 3.334 ~ 6.995  
 r14= 11.941  
     d14= 1.979   N7=1.52510    $\nu$ 7= 56.38  
 r15\*=-29.235  
     d15= 0.500  
 r16=  $\infty$   
     d16= 3.400   N8=1.54426    $\nu$ 8= 69.60  
 r17=  $\infty$

【0075】[第3面(r3)の非球面係数]

A6=-0.54257 $\times 10^{-4}$  $\epsilon = 0.10000 \times 10$ A8=-0.76508 $\times 10^{-5}$ A4= 0.17978 $\times 10^{-3}$ 

[第15面(r15)の非球面係数]

A6=-0.30828 $\times 10^{-6}$  $\epsilon = 0.10000 \times 10$ A8= 0.71904 $\times 10^{-7}$ A4= 0.29756 $\times 10^{-3}$ 

[第12面(r12)の非球面係数]

A6=-0.62953 $\times 10^{-5}$  $\epsilon = 0.10000 \times 10$ A8=-0.77785 $\times 10^{-7}$ A4=-0.18066 $\times 10^{-2}$ 

【0076】

## 《実施例8》

f = 5.4mm ~ 8.8mm ~ 14.0mm (全系焦点距離)

FN0=2.34 ~ 2.84 ~ 3.60 (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数( $\nu$ d)]

r1= 25.623

$d1 = 0.650$      $N1 = 1.48749$      $\nu 1 = 70.44$   
 $r2 = 9.290$   
 $d2 = 1.626$   
 $r3* = 19.577$   
 $d3 = 1.400$      $N2 = 1.52510$      $\nu 2 = 56.38$   
 $r4 = 5.973$   
 $d4 = 2.273$   
 $r5 = 7.949$   
 $d5 = 2.008$      $N3 = 1.84807$      $\nu 3 = 28.75$   
 $r6 = 10.541$   
 $d6 = 16.801 \sim 7.154 \sim 1.500$   
 $r7 = \infty$  (絞り)  
 $d7 = 1.500$   
 $r8 = 5.107$   
 $d8 = 2.743$      $N4 = 1.64626$      $\nu 4 = 56.17$   
 $r9 = -9.178$   
 $d9 = 0.100$   
 $r10 = -8.533$   
 $d10 = 0.600$      $N5 = 1.58340$      $\nu 5 = 30.23$   
 $r11 = 7.962$   
 $d11 = 0.849$   
 $r12* = 7.572$   
 $d12 = 1.401$      $N6 = 1.52510$      $\nu 6 = 56.38$   
 $r13 = 8.290$   
 $d13 = 1.000 \sim 4.278 \sim 9.371$   
 $r14* = 9.062$   
 $d14 = 1.423$      $N7 = 1.58340$      $\nu 7 = 30.23$   
 $r15 = 6.924$   
 $d15 = 0.747$   
 $r16 = 11.941$   
 $d16 = 1.979$      $N8 = 1.52510$      $\nu 8 = 56.38$   
 $r17* = -29.488$   
 $d17 = 0.500$   
 $r18 = \infty$   
 $d18 = 3.400$      $N9 = 1.54426$      $\nu 8 = 69.60$   
 $r19 = \infty$

【0077】 [第3面(r3)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$   
 $A4 = 0.16055 \times 10^{-3}$   
 $A6 = 0.48397 \times 10^{-7}$   
 $A8 = 0.67121 \times 10^{-7}$

[第12面(r12)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$   
 $A4 = -0.25048 \times 10^{-2}$   
 $A6 = -0.87701 \times 10^{-4}$   
 $A8 = -0.12082 \times 10^{-4}$

[第14面(r14)の非球面係数]

《実施例9》

$f = 5.4\text{mm} \sim 7.5\text{mm} \sim 13.5\text{mm}$  (全系焦点距離)  
 $FNO = 2.08 \sim 2.48 \sim 3.60$  (Fナンバー)

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

$A4 = -0.52484 \times 10^{-3}$

$A6 = 0.58442 \times 10^{-5}$

$A8 = 0.87159 \times 10^{-8}$

[第17面(r17)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

$A4 = -0.91828 \times 10^{-3}$

$A6 = -0.59033 \times 10^{-5}$

$A8 = 0.27335 \times 10^{-6}$

【0078】

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数( $\nu_d$ )]

$r_1 = 14.018$   
 $d_1 = 0.650$      $N_1 = 1.74388$      $\nu_1 = 51.93$   
 $r_2 = 6.286$   
 $d_2 = 1.790$   
 $r_{3*} = 17.191$   
 $d_3 = 1.400$      $N_2 = 1.52510$      $\nu_2 = 56.38$   
 $r_4 = 5.770$   
 $d_4 = 0.907$   
 $r_5 = 6.726$   
 $d_5 = 1.953$      $N_3 = 1.84666$      $\nu_3 = 23.82$   
 $r_6 = 10.531$   
 $d_6 = 9.731 \sim 5.843 \sim 1.500$   
 $r_7 = \infty$  (絞り)  
 $d_7 = 1.500$   
 $r_8 = 6.489$   
 $d_8 = 1.774$      $N_4 = 1.85000$      $\nu_4 = 40.04$   
 $r_9 = 52.968$   
 $d_9 = 0.665$   
 $r_{10} = -31.304$   
 $d_{10} = 0.600$      $N_5 = 1.77185$      $\nu_5 = 23.46$   
 $r_{11} = 6.642$   
 $d_{11} = 0.400$   
 $r_{12*} = 11.190$   
 $d_{12} = 2.101$      $N_6 = 1.52510$      $\nu_6 = 56.38$   
 $r_{13} = -9.334$   
 $d_{13} = 1.000 \sim 5.310 \sim 15.247$   
 $r_{14} = -10.861$   
 $d_{14} = 1.200$      $N_7 = 1.58340$      $\nu_7 = 30.23$   
 $r_{15*} = 16.708$   
 $d_{15} = 0.100$   
 $r_{16} = 12.354$   
 $d_{16} = 2.934$      $N_8 = 1.84353$      $\nu_8 = 40.59$   
 $r_{17} = -10.876$   
 $d_{17} = 2.914 \sim 2.385 \sim 0.717$   
 $r_{18} = \infty$   
 $d_{18} = 3.400$      $N_9 = 1.54426$      $\nu_9 = 69.60$   
 $r_{19} = \infty$

【0079】 [第3面( $r_3$ )の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$   
 $A_4 = 0.28799 \times 10^{-3}$   
 $A_6 = 0.40089 \times 10^{-5}$   
 $A_8 = 0.14823 \times 10^{-6}$

[第12面( $r_{12}$ )の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$   
 $A_4 = -0.62816 \times 10^{-3}$   
 $A_6 = -0.22891 \times 10^{-4}$   
 $A_8 = 0.42945 \times 10^{-6}$

[第15面( $r_{15}$ )の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$

$A_4 = 0.60130 \times 10^{-3}$

$A_6 = -0.42374 \times 10^{-5}$

$A_8 = 0.11268 \times 10^{-7}$

【0080】 また、図10～図18は、それぞれ前記実施例1～9に対応する無限遠の収差図であり、各図において、上段は広角端[W]、中段は中間焦点距離

[M]、下段は望遠端[T]をそれぞれ表している。そして、球面収差図において、実線(d)はd線を表し、破線(SC)は正弦条件を表している。また、非点収差図において、実線(DS)と破線(DM)は、それぞれサジタル面とメリディオナル面での非点収差を表している。実施例1～9は、上記各条件式を満足する。また以

下に、各実施例1～9における、前記条件式(1)～  
(5), (10)～(16)に対応する値を示す。 【0081】

		$ \phi P/\phi W $	$ \phi P/\phi 1 $	$ \phi P/\phi 2 $	$ \phi P/\phi 3 $	M3/M2
実施例1	G2:	0.25	0.63			0.00
	G6:	0.55		1.10		
実施例2	G2:	0.27	0.72			0.00
	G7:	0.25			1.00	
実施例3	G1:	0.15	0.39			0.00
	G7:	0.20			1.00	
実施例4	G2:	0.16	0.59			0.00
	G5:	0.32		0.68		
実施例5	G1:	0.14	0.38			0.00
	G7:	0.24		0.47	1.00	
実施例6	G2:	0.17	0.57			0.56
	G5:	0.26		0.65		
実施例7	G2:	0.24	0.86			0.00
	G5:	1.10		2.27		
	G6:	0.22		0.46		
	G7:	0.33			1.00	
実施例8	G2:	0.32	0.97			0.00
	G5:	0.78		1.64		
	G6:	0.05		0.11		
	G7:	0.08			0.35	
	G8:	0.33			1.40	
実施例9	G2:	0.31271	0.79			-0.18
	G6:	0.5375		1.19		
	G7:	0.48626			1.38	

## 【0082】

		$\log(\beta 2T/\beta 2W)/\log Z$	$\log(\beta 3T/\beta 3W)/\log Z$
実施例1	G2:	1.00	0.00
実施例2	G2:	1.00	0.00
実施例3	G1:	1.00	0.00
実施例4	G2:	0.99	0.01
実施例5	G1:	1.00	0.00
実施例6	G2:	1.87	-0.87
実施例7	G2:	0.99	0.01
実施例8	G2:	1.00	0.00
実施例9	G2:	0.75	0.25

## 【0083】

$\log(\beta 3T/\beta 3W)/\log(\beta 2T/\beta 2W)$

実施例1	G2:	0.00
実施例2	G2:	0.00
実施例3	G1:	0.00
実施例4	G2:	0.01
実施例5	G1:	0.00
実施例6	G2:	-0.46
実施例7	G2:	0.01
実施例8	G2:	0.00
実施例9	G2:	0.34

## 【0084】

		$\phi P / \phi W \times h$	$\Sigma \phi P_i / \phi W \times h_i$
実施例 1	G2:	-0.27	
	G6:	0.66	0.39
実施例 2	G2:	-0.28	
	G7:	0.17	-0.12
実施例 3	G1:	-0.15	
	G7:	0.14	-0.01
実施例 4	G2:	0.21	
	G5:	-0.30	-0.09
実施例 5	G1:	-0.14	
	G7:	0.16	0.02
実施例 6	G2:	0.19	
	G5:	-0.26	-0.08
実施例 7	G2:	-0.26	
	G5:	-1.20	
	G6:	0.23	
	G7:	0.16	-1.06
実施例 8	G2:	-0.33	
	G5:	-0.93	
	G6:	0.06	
	G7:	-0.04	
実施例 9	G8:	0.14	-1.10
	G2:	-0.34	
	G6:	0.68	
	G7:	-0.25	0.09

【0085】

		$ \phi 1 / \phi W $	$\phi 2 / \phi W$	$\phi 3 / \phi W$	
実施例 1	G2:	0.40	0.50	0.21	
実施例 2	G2:	0.37	0.50	0.25	
実施例 3	G1:	0.40	0.52	0.20	
実施例 4	G2:	0.27	0.47	0.34	
実施例 5	G1:	0.38	0.51	0.24	
実施例 6	G2:		0.29		0.40
0.48					
実施例 7	G2:		0.29		0.48
0.33					
実施例 8	G2:	0.33	0.47	0.23	
実施例 9	G2:	0.39	0.45	0.35	

【0086】

		$Cp \times (N' - N) / \phi W$			
		物体側	像側		
実施例 1	G2:	0.23	-0.50	0.20Y	-0.00040
	G6:	0.25	0.31	0.40Y	-0.00645
実施例 2	G2:	0.25	-0.54	0.60Y	-0.03442
	G7:	0.33	-0.10	0.80Y	-0.12249
実施例 3	G1:	0.22	-0.38	1.00Y	-0.36724
	G7:	0.35	-0.17	[第 1 4 面(r14)の値]	
実施例 4	G2:	0.13	0.031	[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{CO(N' - N) \cdot f_3\}$
	G5:	-0.44	0.12	0.00Y	0.00000
実施例 5	G1:	0.18	-0.33	0.20Y	-0.00005
	G7:	0.45	-0.23	0.40Y	-0.00072
実施例 6	G2:	0.18	-0.01	0.60Y	-0.00343
	G5:	0.37	-0.67	0.80Y	-0.00979
実施例 7	G2:	0.19	-0.45	1.00Y	-0.02004
	G5:	-0.43	-0.65	【0090】《実施例 3》	
実施例 8	G6:	0.47	-0.29	[第 1 面(r1)の値]	
	G7:	0.24	0.10	[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{CO(N' - N) \cdot f_1\}$
実施例 9	G2:	0.15	-0.48	0.00Y	-0.00000
	G5:	-0.37	-0.40	0.20Y	-0.00047
	G6:	0.37	-0.34	0.40Y	-0.00762
	G7:	0.35	-0.46	0.60Y	-0.04017
	G8:	0.24	0.10	0.80Y	-0.13975
	G2:	0.17	-0.49	1.00Y	-0.40512
	G6:	0.25	0.30	[第 1 4 面(r14)の値]	
	G7:	-0.29	-0.19	[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{CO(N' - N) \cdot f_3\}$
【0087】また以下に、上記非球面の条件式 (7) ~ (9) に対応する値を示す。ここでの Y は非球面最大光路高さである。				0.00Y	0.00000
【0088】《実施例 1》				0.20Y	-0.00007
[第 3 面(r3)の値]				0.40Y	-0.00103
[高さ]				0.60Y	-0.00497
				0.80Y	-0.01421
				1.00Y	-0.02846
				【0091】《実施例 4》	
				[第 3 面(r3)の値]	
				[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{CO(N' - N) \cdot f_1\}$
				0.00Y	-0.00000
				0.20Y	-0.00034
				0.40Y	-0.00549
				0.60Y	-0.02824
				0.80Y	-0.09332
				1.00Y	-0.24896
				[第 1 1 面(r11)の値]	
				[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{CO(N' - N) \cdot f_2\}$
				0.00Y	0.00000
				0.20Y	-0.00086
				0.40Y	-0.01414
				0.60Y	-0.07574
				0.80Y	-0.26114
				1.00Y	-0.14147
				【0092】《実施例 5》	
				[第 1 面(r1)の値]	
				[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{CO(N' - N) \cdot f_1\}$
				0.00Y	-0.00000

0.00Y	-0.00000
0.20Y	-0.00077
0.40Y	-0.01256
0.60Y	-0.06639
0.80Y	-0.22928
1.00Y	-0.65070

[第14面(r14)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_3\}$
------	---

0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00008
0.40Y	-0.00129
0.60Y	-0.00655
0.80Y	-0.02065
1.00Y	-0.04955

【0093】《実施例6》

[第3面(r3)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_1\}$
0.00Y	-0.00000
0.20Y	-0.00041
0.40Y	-0.00663
0.60Y	-0.03428
0.80Y	-0.11465
1.00Y	-0.31309

[第10面(r10)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_2\}$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00016
0.40Y	-0.00260
0.60Y	-0.01388
0.80Y	-0.04736
1.00Y	-0.12790

【0094】《実施例7》

[第3面(r3)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_1\}$
0.00Y	-0.00000
0.20Y	-0.00058
0.40Y	-0.00940
0.60Y	-0.04961
0.80Y	-0.17667
1.00Y	-0.53893

[第12面(r12)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_2\}$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00011
0.40Y	-0.00182
0.60Y	-0.00969
0.80Y	-0.03330
1.00Y	-0.09218

[第15面(r15)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_3\}$
------	---

0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00033
0.40Y	-0.00502
0.60Y	-0.02364
0.80Y	-0.06629
1.00Y	-0.13286

【0095】《実施例8》

[第3面(r3)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_1\}$
0.00Y	-0.00000
0.20Y	-0.00082
0.40Y	-0.01333
0.60Y	-0.07171
0.80Y	-0.26196
1.00Y	-0.82010

[第12面(r12)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_2\}$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00020
0.40Y	-0.00328
0.60Y	-0.01759
0.80Y	-0.06132
1.00Y	-0.17301

[第14面(r14)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_3\}$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00020
0.40Y	-0.00311
0.60Y	-0.01525
0.80Y	-0.04605
1.00Y	-0.10564

[第17面(r17)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_3\}$
0.00Y	0.00000
0.20Y	0.00068
0.40Y	0.01090
0.60Y	0.05583
0.80Y	0.17801
1.00Y	0.43402

【0096】《実施例9》

[第3面(r3)の値]

[高さ]	$( X  -  X_0 ) / \{C_0(N' - N) \cdot f_1\}$
0.00Y	-0.00000
0.20Y	-0.00048
0.40Y	-0.00802
0.60Y	-0.04370
0.80Y	-0.15559
1.00Y	-0.44995

[第12面(r12)の値]

〔高さ〕	$( X - X_0 )/\{C_0(N'-N)\cdot f_2\}$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00007
0.40Y	-0.00110
0.60Y	-0.00579
0.80Y	-0.01922
1.00Y	-0.04962

〔第15面(r15)の値〕

〔高さ〕	$( X - X_0 )/\{C_0(N'-N)\cdot f_3\}$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00067
0.40Y	-0.01051
0.60Y	-0.05178
0.80Y	-0.15744
1.00Y	-0.36553

【0097】また、図19は、第10の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示している。同図の左側が物体側、右側が像側である。尚、図中の矢印は、ズーム時の各レンズ群の広角端から望遠端への移動の様子を模式的に表したものである。破線で表す矢印は、移動しない事を示している。また、同図はそのズーム時の広角端の状態を示している。そして、同図に示すように、本実施

形態は負正正3成分ズームであり、物体側から順に、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、第3レンズ群Gr3から構成され、2つのレンズ群が移動するタイプである。

【0098】Gr1は全体として負のパワーを有する。また、Gr2及びGr3は全体として正のパワーを有する。物体側から順に、1枚目～6枚目のレンズをそれぞれG1～G6とする。本実施形態の各レンズ群は、それぞれこれらのレンズを適宜組み合わせた構成となっている。そして、Gr2には絞りSが含まれている。尚、像側端部の平行平板はローパスフィルターLPFである。同図に示すように、本実施形態では、同図の斜線で示す物体側から1枚目(G1)及び5枚目(G5)のレンズがプラスチックレンズである。

【0099】以下に挙げる実施例10のコンストラクションデータは、前述した第10の実施形態に対応しており、第10の実施形態を表すレンズ構成図(図19)は、対応する実施例10のレンズ構成を示している。また、実施例10のコンストラクションデータの表示の構成は、上記実施例1～9で示したものと同様である。

【0100】

《実施例10》

$f=5.4\text{mm} \sim 8.4\text{mm} \sim 15.6\text{mm}$  (全系焦点距離)

$FNO=2.57 \sim 3.04 \sim 4.20$  (Fナンバー)

〔曲率半径〕〔軸上面間隔〕〔屈折率(Nd)〕〔アッベ数(vd)〕

r1\*=-34.564  
d1= 1.600 N1=1.52510 v1= 56.38  
r2\*= 7.185  
d2= 3.500  
r3= 10.666  
d3= 2.344 N2=1.75000 v2= 25.14  
r4= 17.516  
d4=22.572 ~11.179 ~ 1.713  
r5= ∞ (絞り)  
d5= 1.500  
r6= 8.000  
d6= 2.941 N3=1.80420 v3= 46.50  
r7= -8.598  
d7= 0.010 N4=1.51400 v4= 42.83  
r8= -8.598  
d8= 0.600 N5=1.70055 v5= 30.11  
r9= 8.182  
d9= 0.200  
r10\*= 5.244  
d10= 3.249 N6=1.52510 v6= 56.38  
r11\*= 6.000  
d11= 2.740 ~ 5.844 ~13.277  
r12= 21.195  
d12= 2.000 N7=1.48749 v7= 70.44



$$r13 = -16.672$$

$$d13 = 1.086$$

$$r14 = \infty$$

$$d14 = 3.400 \quad N8 = 1.51680 \quad \nu 8 = 64.20$$

$$r15 = \infty$$

【0101】[第1面(r1)の非球面係数]

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.43400 \times 10^{-3}$$

$$A6 = -0.55461 \times 10^{-5}$$

$$A8 = 0.27915 \times 10^{-7}$$

[第2面(r2)の非球面係数]

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.26861 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.25040 \times 10^{-5}$$

$$A8 = -0.23353 \times 10^{-6}$$

[第10面(r10)の非球面係数]

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = -0.30306 \times 10^{-3}$$

$$A6 = -0.13415 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.19911 \times 10^{-5}$$

[第11面(r11)の非球面係数]

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.19342 \times 10^{-2}$$

$$A6 = 0.59893 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.42081 \times 10^{-5}$$

【0102】また、図20は、前記実施例10に対応する無限遠の収差図であり、同図において、上段は広角端

〔W〕、中段は中間焦点距離〔M〕、下段は望遠端〔T〕をそれぞれ表している。そして、球面収差図において、実線(d)はd線を表し、破線(SC)は正弦条件を表している。また、非点収差図において、実線(DS)と破線(DM)は、それぞれサジタル面とメリディオナル面での非点収差を表している。

【0103】続いて、実施例10における、前記条件式(1)～(4)、(10)、(11)、(13)、(14)に対応する値を示す。

【0104】

$$\begin{array}{ccc} |\phi P / \phi 1| & |\phi P / \phi 2| & M3/M2 \\ 1.698 & 0.417 & 0 \end{array}$$

【0105】

$$\begin{array}{c} \log(\beta 2T / \beta 2W) / \log Z \\ 0.998 \end{array}$$

【0106】

$$\begin{array}{c} \Sigma \phi Pi / \phi W \times h1 \\ -0.265 \end{array}$$

【0107】

$$\begin{array}{cc} |\phi 1 / \phi W| & \phi 2 / \phi W \\ 0.284 & 0.405 \end{array}$$

【0108】

$$Cp \times (N' - N) / \phi W$$

$$r1: 0.082$$

$$r2: 0.395$$

$$r10: -0.541$$

$$r11: 0.473$$

【0109】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、負正2成分ズームにプラスチックレンズを効果的に配する事により、特にデジタルスチルカメラに適した、小型、高画質で安価なズームレンズを提供する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図2】第2の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図3】第3の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図4】第4の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図5】第5の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図6】第6の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図7】第7の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図8】第8の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図9】第9の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図10】実施例1に対応する無限遠の収差図。

【図11】実施例2に対応する無限遠の収差図。

【図12】実施例3に対応する無限遠の収差図。

【図13】実施例4に対応する無限遠の収差図。

【図14】実施例5に対応する無限遠の収差図。

【図15】実施例6に対応する無限遠の収差図。

【図16】実施例7に対応する無限遠の収差図。

【図17】実施例8に対応する無限遠の収差図。

【図18】実施例9に対応する無限遠の収差図。

【図19】第10の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図。

【図20】実施例10に対応する無限遠の収差図。

【符号の説明】

G1～G8 レンズ

L P F ローパスフィルター

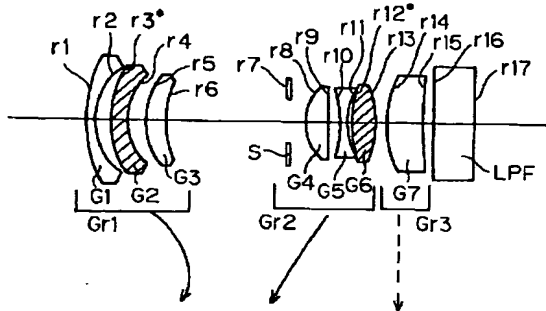
Gr 1 第1レンズ群

Gr 2 第2レンズ群

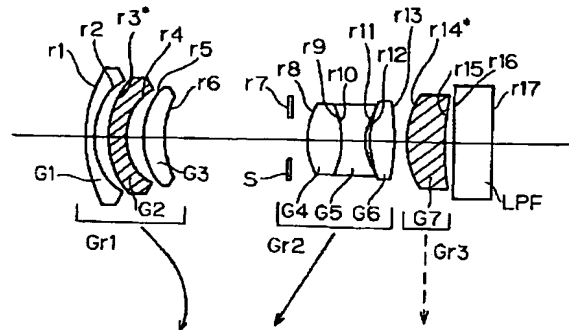
Gr 3 第3レンズ群

S 絞り

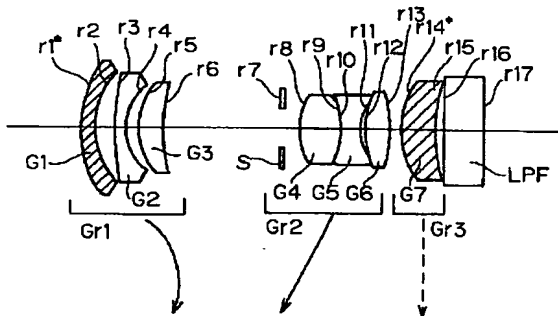
【図1】



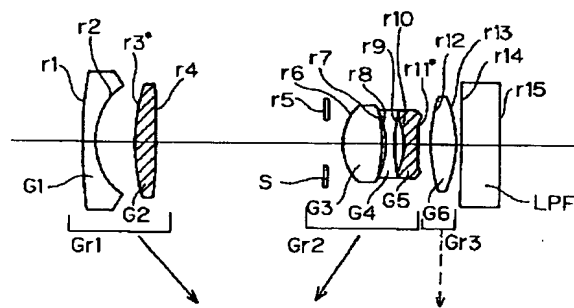
【図2】



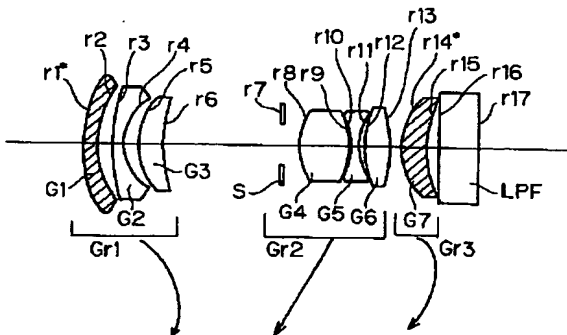
【図3】



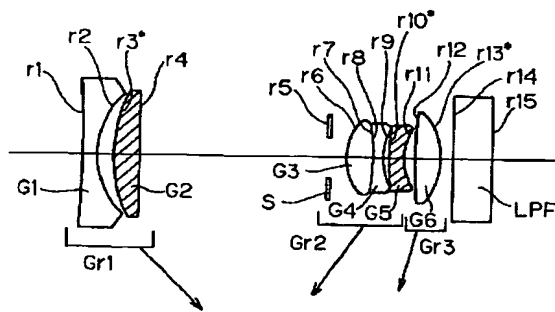
【図4】



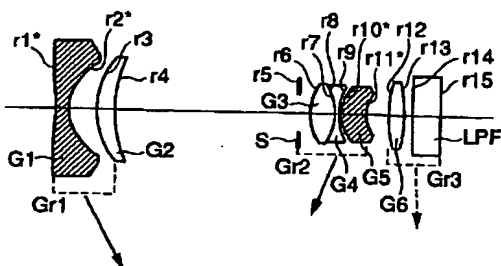
【図5】



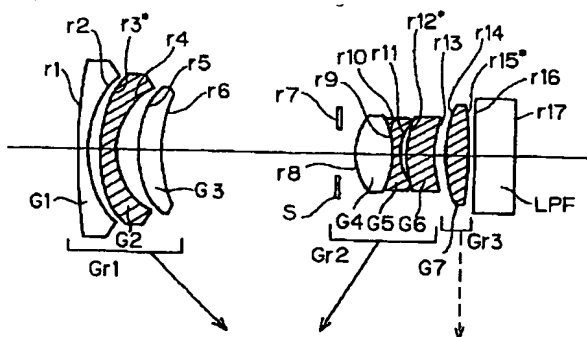
【図6】



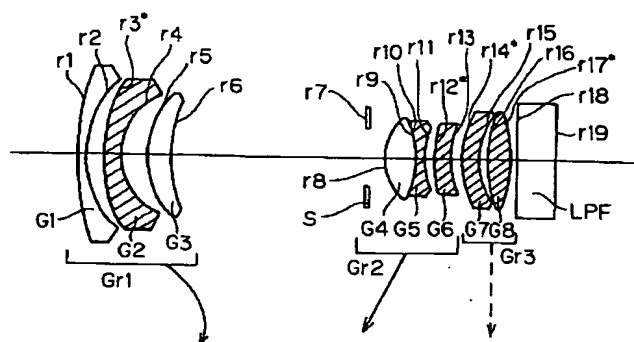
【図19】



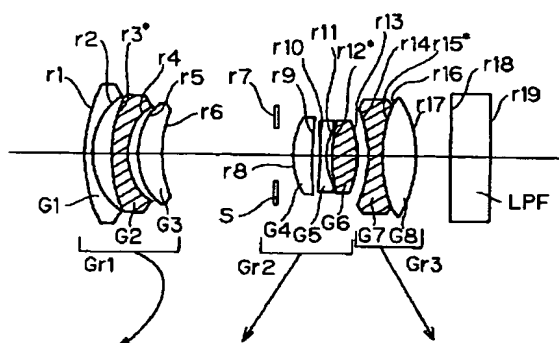
【図7】



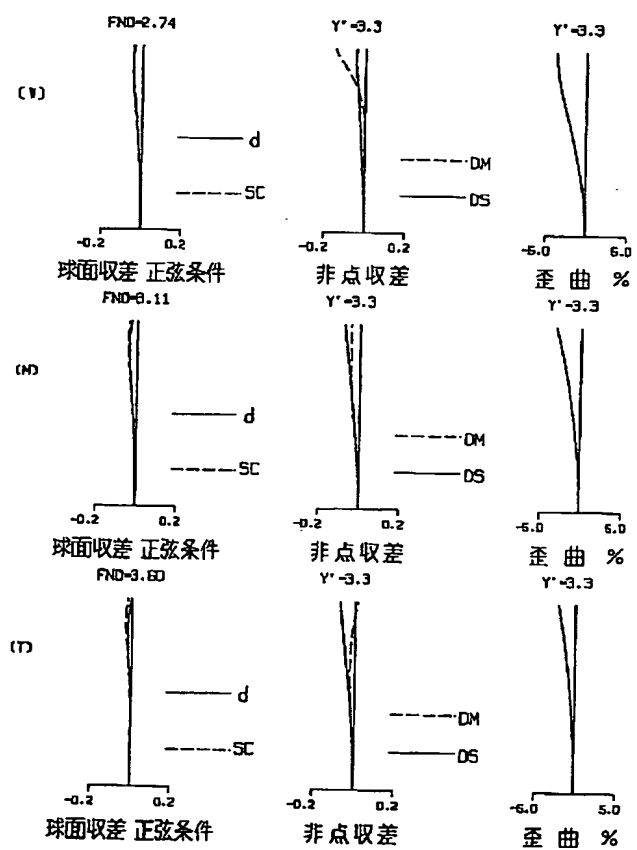
【図 8】



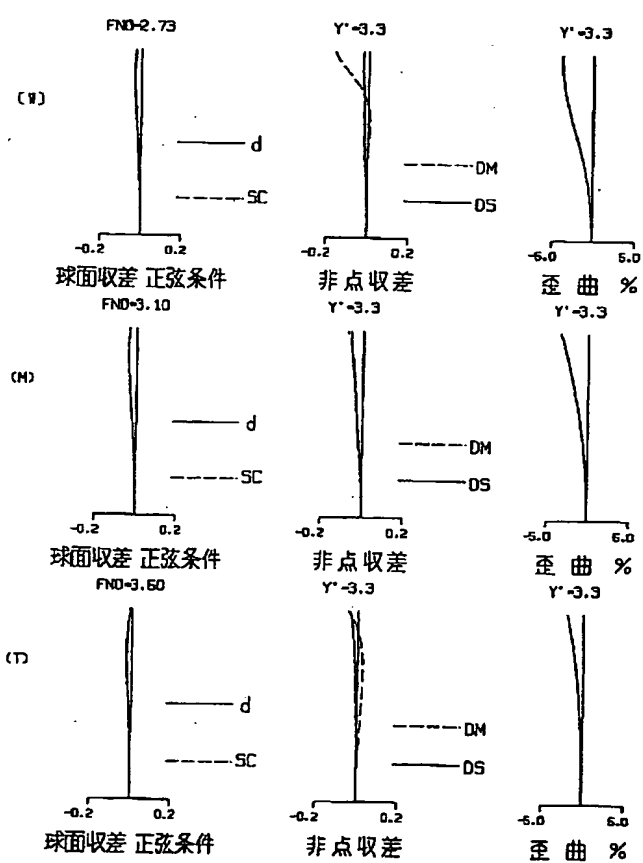
【図 9】



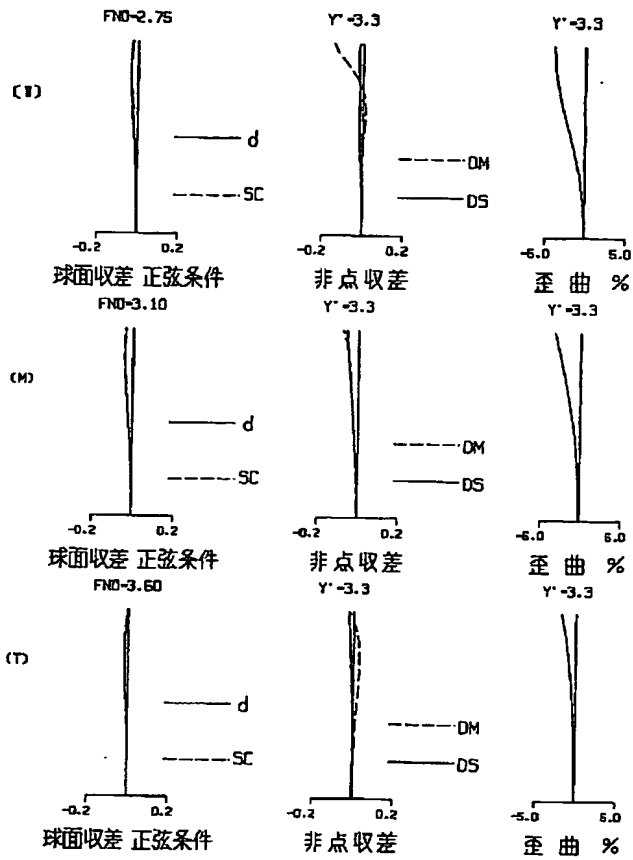
【図 10】



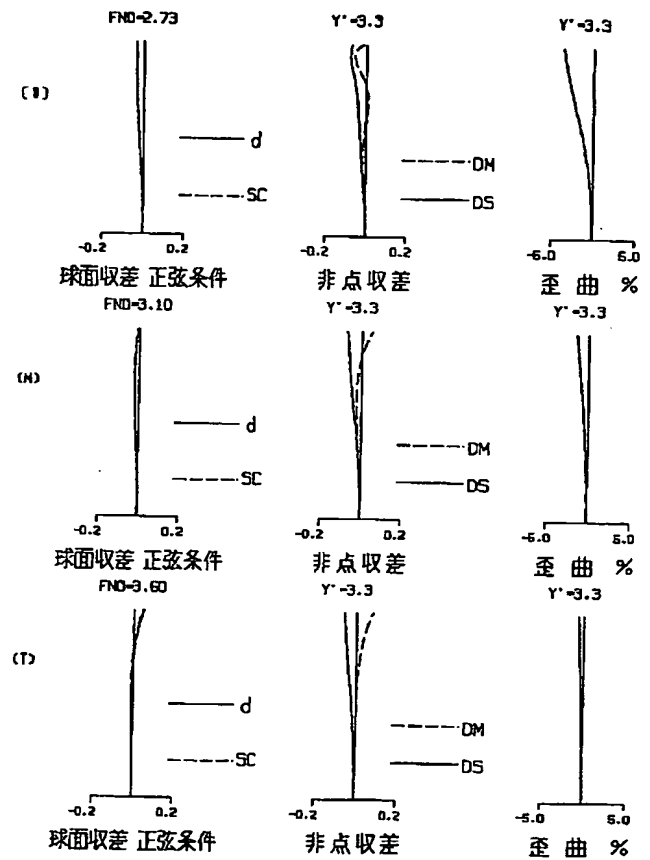
【図 11】



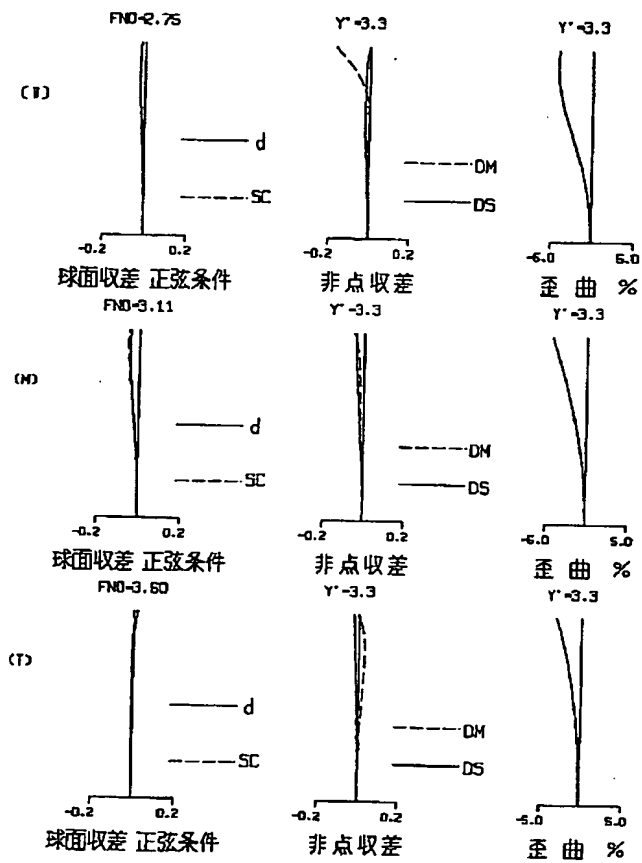
【図12】



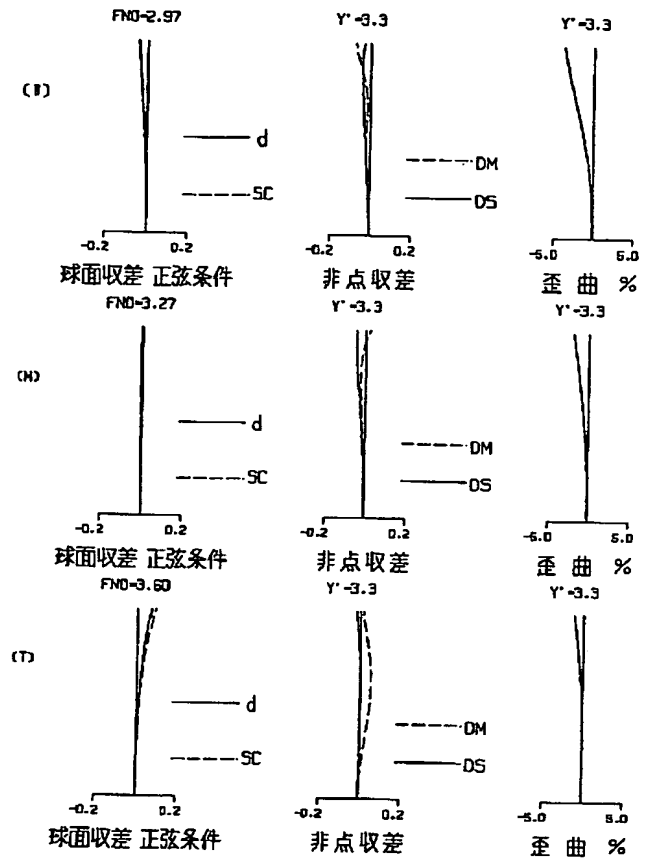
【図13】



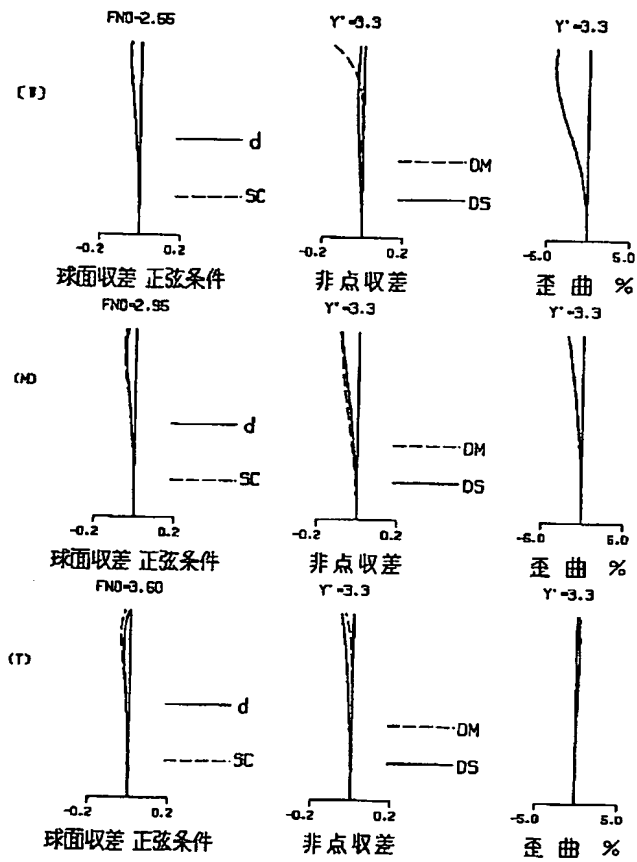
【図 14】



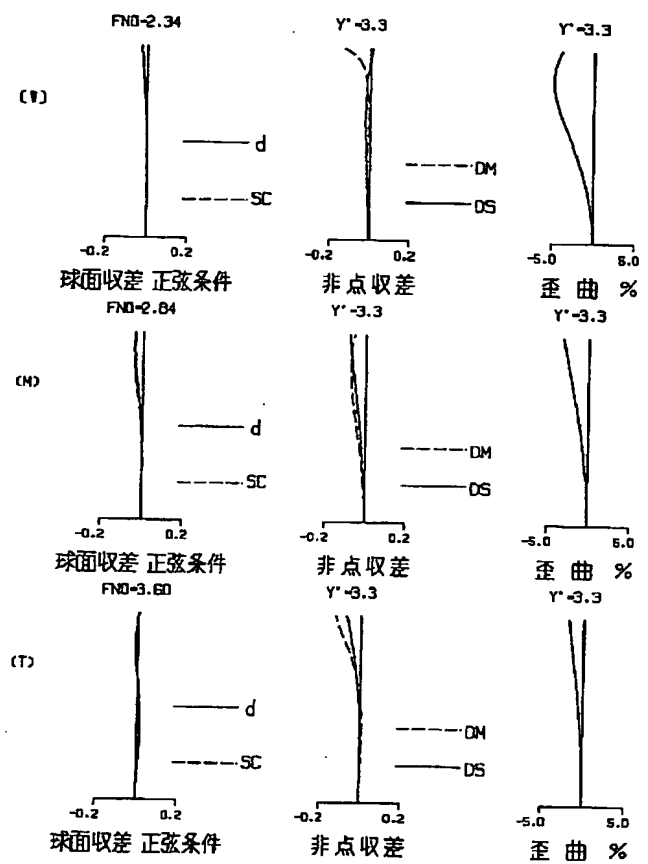
【図 15】



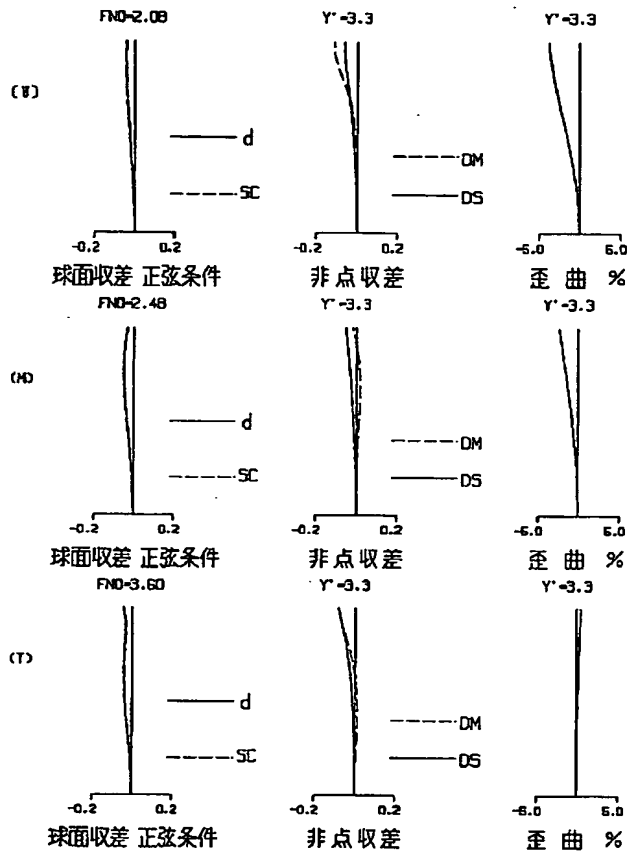
【図 16】



【図 17】



【図18】



【図20】

